

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-295142

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

H04B 3/46

H04B 1/74

(21)Application number : 11-101914

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 09.04.1999

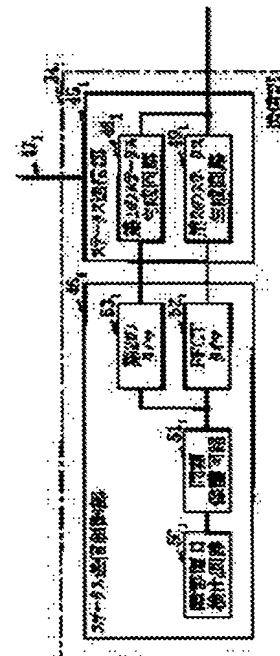
(72)Inventor : GOTO OSAMU

## (54) SELF-DIAGNOSTIC DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the reliability of a transmission line redundant system by checking the normality of a transmission line system being a switching destination even just after restoration of a fault as to a communication system of redundant configuration.

**SOLUTION:** A fault free confirmation time FFCT time 521 and a 2nd timer 531 are started on the opportunities of detection of no occurrence of a fault in a fault restoration detection circuit 501 and detection of a fault restoration by a synchronization protection circuit 511. A status corresponding to a status discrimination result signal 471 from a 2nd status generating circuit 491 is set to a synchronous digital hierarchy SDH frame and the resulting frame is transmitted to a transmission line after the lapse of a time by the FFCT timer 5 after the detection of fault restoration, and a 1st status generating circuit 481 generates an EXE status to request an opposite unit on self-diagnosis, sets it to an SDH frame and transmits the resulting frame to the transmission line after discrimination priority of each status in response to a reception state and a fault occurrence detection state of its own unit after the lapse of a 2nd timer time longer than the time by the FFCT timer when fault restoration is detected.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-295142

(P2000-295142A)

(43)公開日 平成12年10月20日(2000.10.20)

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I     | テ-マコ-ト*(参考) |
|--------------------------|------|---------|-------------|
| H 0 4 B                  | 3/46 | H 0 4 B | B 5 K 0 2 1 |
|                          | 1/74 |         | 5 K 0 4 2   |

審査請求 有 請求項の数5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-101914

(22)出願日 平成11年4月9日(1999.4.9)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 後藤 修

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100083987

弁理士 山内 梅雄

Fターム(参考) 5K021 AA06 CC11 CC13 DD02 EE07

FF01 FF11

5K042 CA05 CA10 CA13 DA32 EA03

EA10 FA01 FA08 GA11 GA17

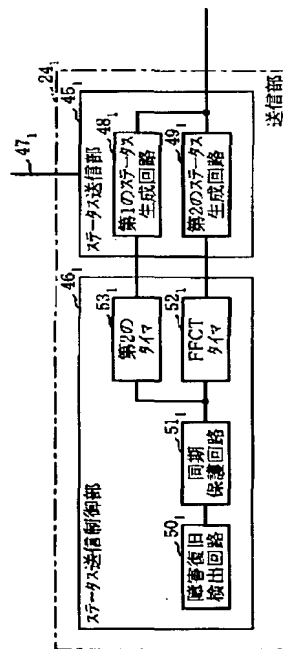
LA11

(54)【発明の名称】 自己診断装置

(57)【要約】

【課題】 冗長構成された通信システムについて障害復旧直後にも切替先の伝送路系の正常性をチェックすることによって伝送路冗長系の信頼性を向上させる自己診断装置を提供する。

【解決手段】 障害復旧検出回路50<sub>1</sub>で障害発生が検出されなかったことを検出し、同期保護回路51<sub>1</sub>で障害復旧を検出し、これを契機として、FFCTタイマ52<sub>1</sub>および第2のタイマ53<sub>1</sub>が起動される。障害復旧検出後FFCT経過後に第2のステータス生成回路49<sub>1</sub>からステータス判定結果信号47<sub>1</sub>に対応したステータスがSDHフレームに収容されて伝送路に送出され、障害復旧検出してからFFCTより長い第2のタイマ時間が経過後に、第1のステータス生成回路48<sub>1</sub>で、受信状況や自装置の障害発生検出状況に応じた各ステータスの優先度判定後、対向装置に自己診断を要求するEXEステータスを生成し、SDHフレームに収容させて伝送路に送出させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送路で発生した障害の復旧を検出する障害復旧検出手段と、

この障害復旧検出手段によって前記障害の復旧が検出されたとき計時を開始し予め決められたタイマ時間を計時する計時手段と、

この計時手段によって計時された時間が前記タイマ時間を経過したとき所定の自己診断要求を前記伝送路に送出する自己診断要求手段と、

前記伝送路を介して前記自己診断を受信しこれに対応する応答を前記伝送路を介して返答する返答手段と、

この返答手段によって返答された応答が前記自己診断要求に対応した所定の応答として正常に受信されたか否かを判定することによって前記伝送路が正常に復旧したことを判別する判別手段とを具備することを特徴とする自己診断装置。

【請求項2】 冗長構成された複数の系のうち第1の系で発生した障害の復旧を検出する障害復旧検出手段と、この障害復旧検出手段によって前記障害の復旧が検出されたとき計時を開始し予め決められた第1のタイマ時間を計時する第1の計時手段と、

前記障害復旧検出手段によって前記障害の復旧が検出されたとき計時を開始し前記第1のタイマ時間より長い予め決められた第2のタイマ時間を計時する第2の計時手段と、

前記第1の計時手段によって計時された時間が前記第1のタイマ時間を経過したとき前記第1の系を介して障害復旧を示す所定の通知を送出する通知送出手段と、

前記第2の計時手段によって計時された時間が前記第2のタイマ時間を経過したとき前記第1の系を介して所定の自己診断要求を送出する自己診断要求手段と、

前記通知送出手段によって第1の系を介して前記通知を受信したとき前記自己診断要求手段によって送出された前記自己診断を受信しこれに対応する応答を第1の系を介して返答する返答手段と、

この返答手段によって返答された応答が前記自己診断要求に対応した前記応答として正常に受信されたか否かを判定することによって前記第1の系が正常に復旧したことを判別する判別手段とを具備することを特徴とする自己診断装置。

【請求項3】 前記第1のタイマ時間は予め決められている障害復旧回復時間であることを特徴とする請求項2記載の自己診断装置。

【請求項4】 前記自己診断要求手段は、前記自己診断要求の送出先で障害の発生が検出されているときには前記自己診断要求を送出しないことを特徴とする請求項2または請求項3記載の自己診断装置。

【請求項5】 前記通知送出手段および前記自己診断要求手段と前記返答手段との間は同期デジタル・ハイアラキ伝送方式のフレームで予め決められている自己診

断要求とこの自己診断要求に対応する応答とが送受されることを特徴とする請求項2～請求項4記載の自己診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は冗長構成された伝送路の正常性を評価する自己診断装置に係わり、詳細には現用回線に障害が発生した場合予備回線への伝送路切替が実行可能かどうかの切替試験を行う自己診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、情報通信の信頼性の向上を目的として、冗長構成された複数の通信系を備える通信システムがある。このような構成の通信システムでは、ある通信系に障害が発生した場合、別の予備通信系に切り替えて通信を継続させる。この通信系の切り替えは、手動による手動切替あるいは所定のプロトコルを用いた自動切替で行われる。自己診断装置は、この通信システムにおける各装置の内部試験、切り替え先の伝送路あるいは障害復旧後の切り替える前の伝送路の正常性を評価する切替試験などを行い、冗長構成された各装置や伝送路の切り替えの安全性を担保する。

【0003】図1は従来提案された自己診断装置を適用する交換機の構成の概要を表わしたものである。この交換機は、中央処理装置（Central Processing Unit：以下、CPUと略す。）10<sub>1</sub>、10<sub>2</sub>と、時分割スイッチ11<sub>1</sub>、11<sub>2</sub>と、回線制御装置12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>と、トランク13<sub>1</sub>、13<sub>2</sub>とを備え、二重化冗長構成を有している。すなわち、CPU10<sub>1</sub>、時分割スイッチ11<sub>1</sub>、回線制御装置12<sub>1</sub>およびトランク13<sub>1</sub>からなる現用系と、CPU10<sub>2</sub>、時分割スイッチ11<sub>2</sub>、回線制御装置12<sub>2</sub>およびトランク13<sub>2</sub>からなる予備系とを備える。現用系および予備系それぞれの構成要部は同一である。トランク13<sub>1</sub>、13<sub>2</sub>には、それぞれ送信デジタル回線14と、受信デジタル回線15とが接続されている。回線制御装置12<sub>1</sub>、12<sub>2</sub>は、互いに他系のトランクに切り替え接続できるようになっている。すなわち、現用系の回線制御装置12<sub>1</sub>は、現用系のトランク13<sub>1</sub>だけではなく、予備系のトランク13<sub>2</sub>に切り替え接続でき、予備系の回線制御装置12<sub>2</sub>は、予備系のトランク13<sub>2</sub>だけではなく、現用系のトランク13<sub>1</sub>に切り替え接続できる。さらに、トランク13<sub>1</sub>、13<sub>2</sub>は、それぞれスイッチ部16<sub>1</sub>、16<sub>2</sub>を備えている。スイッチ部16<sub>1</sub>は、自己診断時にトランク出力回線17<sub>1</sub>およびトランク入力回線18<sub>1</sub>と送信デジタル回線14および受信デジタル回線15との接続を切断するとともに、トランク出力回線17<sub>1</sub>とトランク入力回線18<sub>1</sub>とを短絡させる。スイッチ部16<sub>2</sub>も同様である。

【0004】このような構成の交換機は、まず現用系のトランク13<sub>1</sub>に障害が発生した場合、回線制御装置1

2<sub>1</sub>がそれを検出し、時分割スイッチ11<sub>1</sub>を介してCPU10<sub>1</sub>にその障害検出を障害検出情報として通知する。CPU10<sub>1</sub>は、通知された障害検出情報を分析し、系の切り替えが必要であると判断した場合、回線制御装置12<sub>1</sub>に系切替要求コマンドを送出する。回線制御装置12<sub>1</sub>は、この系切替要求コマンドにしたがって、現用系トランク13<sub>1</sub>から予備系トランク13<sub>2</sub>に切り替える。

【0005】ところで、このような系切替後に現用系の障害が復旧した場合、この現用系の正常性をチェックするため自己診断を行うことは非常に有用である。例えば、現用系が正常である限り現用系を主系とし、予備系はあくまで従系としたシステムの場合、系切替後に現用系の障害が復旧した場合、現用系をチェックすることによって、再度現用系に戻す場合における切替後の通信の正常性が担保される。現用系をチェックするときには、CPU10<sub>1</sub>あるいはCPU10<sub>2</sub>から回線制御装置12<sub>1</sub>に対して自己診断要求コマンドが送出される。回線制御装置12<sub>1</sub>は、トランク13<sub>1</sub>のスイッチ部16<sub>1</sub>を制御して、トランク出力回線17<sub>1</sub>とトランク入力回線18<sub>1</sub>とを短絡させて折り返しループを形成させる。これにより、回線制御装置12<sub>1</sub>からトランク出力回線17<sub>1</sub>を介してトランク13<sub>1</sub>に入力された試験信号は、このスイッチ部16<sub>1</sub>で折り返されてトランク入力回線18<sub>1</sub>から、再び回線制御装置12<sub>1</sub>に入力される。これが診断結果としてこの自己診断要求コマンドを送出したCPUに通知することによって、CPUはこの通知された診断結果を参照して、現用系の正常性を判断することができる。

【0006】このような自己診断装置に関する技術は、例えば特開昭62-194771号公報「デジタル交換機」に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来提案された自己診断装置では、その自己診断が行われるタイミングは、図示しない管理装置からの指示によって起動されていた。また、このように外部から指示がなくても所定の時刻に起動されたり、あるいは所定の周期で起動されたりしていた。したがって、例えば自己診断直後にそれまで検出されていた系の障害が復旧した場合、常に管理装置で監視する必要があったり、次の実行タイミングが来るまで自己診断が行われないことがないので、通信系の障害復旧後の伝送路等の安全性については全く担保されないという問題があった。

【0008】そこで本発明の目的は、冗長構成された通信システムについて障害復旧直後にも切替先の通信系の正常性をチェックすることによって通信冗長系の信頼性を向上させる自己診断装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明で

は、(イ)伝送路で発生した障害の復旧を検出する障害復旧検出手段と、(ロ)この障害復旧検出手段によって障害の復旧が検出されたとき計時を開始し予め決められたタイマ時間を計時する計時手段と、(ハ)この計時手段によって計時された時間がタイマ時間を経過したとき所定の自己診断要求を伝送路に送出する自己診断要求手段と、(ニ)伝送路を介して自己診断を受信しこれに対応する応答を伝送路を介して返答する返答手段と、

(ホ)この返答手段によって返答された応答が自己診断要求に対応した所定の応答として正常に受信されたか否かを判定することによって伝送路が正常に復旧したことを判別する判別手段とを自己診断装置に具備させる。

【0010】すなわち請求項1記載の発明では、障害復旧検出手段で伝送路で発生した障害の復旧を検出させるようにし、これを契機として計時手段に予め決められたタイマ時間だけ計時させるようにした。そして、この計時手段で計時された時間がこのタイマ時間を経過したとき、自己診断要求手段により所定の自己診断要求をこの復旧した伝送路に送出する。そして、判別手段では、返答手段によりこの自己診断要求に対応した所定の応答が返答されたときに、伝送路が正常に復旧したと判別するようにした。

【0011】請求項2記載の発明では、(イ)冗長構成された複数の系のうち第1の系で発生した障害の復旧を検出する障害復旧検出手段と、(ロ)この障害復旧検出手段によって障害の復旧が検出されたとき計時を開始し予め決められた第1のタイマ時間を計時する第1の計時手段と、(ハ)障害復旧検出手段によって障害の復旧が検出されたとき計時を開始し第1のタイマ時間より長い予め決められた第2のタイマ時間を計時する第2の計時手段と、(ニ)第1の計時手段によって計時された時間が第1のタイマ時間を経過したとき第1の系を介して障害復旧を示す所定の通知を送出する通知送出手段と、

(ホ)第2の計時手段によって計時された時間が第2のタイマ時間を経過したとき第1の系を介して所定の自己診断要求を送出する自己診断要求手段と、(ヘ)通知送出手段によって第1の系を介して通知を受信したとき自己診断要求手段によって送出された自己診断を受信しこれに対応する応答を第1の系を介して返答する返答手段と、(ト)この返答手段によって返答された応答が自己診断要求に対応した応答として正常に受信されたか否かを判定することによって第1の系が正常に復旧したことを判別する判別手段とを自己診断装置に具備させる。

【0012】すなわち請求項2記載の発明では、障害復旧検出手段で冗長構成された複数の通信系のうち第1の系で発生した障害の復旧を検出させるようにし、これを契機として第1および第2の計時手段にそれぞれ予め決められた第1および第2のタイマ時間だけ計時させるようにした。第2のタイマ時間は第1のタイマ時間より長く設定するようにする。そして、通知送出手段により、

第1の計時手段で計時した時間が第1のタイマ時間を経過したときには、第1の系を介して障害復旧を通知するようにした。さらに、自己診断要求手段により、第2の計時手段で計時した時間が第2のタイマ時間を経過したときには、第1の系を介して自己診断要求手段により所定の自己診断要求をこの復旧した伝送路に送出する。そして、対向装置では、通知送出手段によって送出された通知により障害復旧を認識しているため、自己診断要求手段によって送出された自己診断要求を受信したときにはこれに対する所定の応答を返答するようにする。判別手段では、このようにして返答された応答が、自己診断要求に対応する応答として予め決められているものであるときには、障害復旧が通知された第1の系が正常に復旧し、この応答が予め決められているものではないときには障害復旧が通知された第1の系は正常に復旧していないものとして判別するようにした。

【0013】請求項3記載の発明では、請求項2記載の自己診断装置で、第1のタイマ時間は予め決められている障害復旧回復時間であることを特徴としている。

【0014】すなわち請求項3記載の発明では、通知送出手段により障害復旧回復時間経過後に障害復旧を通知するようにしたので、システムの信頼性をより向上させることができる。

【0015】請求項4記載の発明では、請求項2または請求項3記載の自己診断装置で、自己診断要求手段は、自己診断要求の送出先で障害の発生が検出されているときには自己診断要求を送出しないことを特徴としている。

【0016】すなわち請求項4記載の発明では、自己診断要求手段には、対向装置で障害が発生している場合、自己診断要求を送出しないようにすることで、障害発生状態にある対向装置に誤って自装置からの自己診断を要求すること回避しているので、自己診断シーケンスにおける信頼性の向上を図る。

【0017】請求項5記載の発明では、請求項2～請求項4記載の自己診断装置で、通知送出手段および自己診断要求手段と返答手段との間は同期デジタル・ハイアラキー伝送方式のフレームで予め決められている自己診断要求とこの自己診断要求に対応する応答とが送受されることを特徴としている。

【0018】すなわち請求項5記載の発明では、同期デジタル・ハイアラキー伝送方式で予め規定されている自動切替スイッチ制御用のバイトデータを用いることができるので、既存のSDH伝送システムへの導入も容易に可能となる。

【0019】

【発明の実施の形態】

【0020】

【実施例】以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0021】図1は本発明の一実施例における自己診断

装置が適用される通信システムの構成の概要を表わしたものである。この通信システムは、第1の装置20<sub>1</sub>と、第2の装置20<sub>2</sub>とを備えている。第1の装置20<sub>1</sub>は、ともに同一構成の第1および第2の光インタフェース(Interface:以下、IFと略す。)21<sub>1</sub>、22<sub>1</sub>を備えている。第2の装置20<sub>2</sub>も、ともに同一構成の第3および第4の光IF21<sub>2</sub>、22<sub>2</sub>を備えている。第1の装置20<sub>1</sub>における第1の光IF21<sub>1</sub>と、第2の装置20<sub>2</sub>における第3の光IF21<sub>2</sub>とは、現用系伝送路23<sub>1</sub>を介して接続されている。第1の装置20<sub>1</sub>における第2の光IF22<sub>1</sub>と、第2の装置20<sub>2</sub>における第4の光IF22<sub>2</sub>とは、予備系伝送路23<sub>2</sub>を介して接続されている。

【0022】第1の光IF21<sub>1</sub>は、送信部24<sub>1</sub>と、受信部25<sub>1</sub>とを備えている。以下では、第1～第4の光IF21<sub>1</sub>、22<sub>1</sub>、21<sub>2</sub>、22<sub>2</sub>は、いずれも構成が同じものとする。すなわち、第2～第4の光IF22<sub>1</sub>、21<sub>2</sub>、22<sub>2</sub>は、それぞれ送信部24<sub>2</sub>および受信部25<sub>2</sub>と同一構成の送信部24<sub>2</sub>～24<sub>4</sub>および受信部25<sub>2</sub>～25<sub>4</sub>を有している。第1の光IF21<sub>1</sub>の送信部24<sub>1</sub>は、第3の光IF21<sub>2</sub>の受信部25<sub>2</sub>と光ファイバ26<sub>1</sub>を介して接続されている。第1の光IF21<sub>1</sub>の受信部25<sub>1</sub>は、第3の光IF21<sub>2</sub>の送信部24<sub>2</sub>と光ファイバ26<sub>2</sub>を介して接続されている。第2の光IF22<sub>1</sub>の送信部24<sub>2</sub>は、第4の光IF22<sub>2</sub>の受信部25<sub>2</sub>と光ファイバ26<sub>3</sub>を介して接続されている。第2の光IF22<sub>1</sub>の受信部25<sub>1</sub>は、第4の光IF22<sub>2</sub>の送信部24<sub>4</sub>と光ファイバ26<sub>4</sub>を介して接続されている。

【0023】このような第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>は、1+1冗長構成を有しており、同期デジタル・ハイアラキー(Synchronous Digital Hierarchy:以下、SDHと略す。)伝送方式あるいは同期光ネットワーク(Synchronous Optical Network:以下、SONETと略す。)伝送方式を用いて、互いに光信号による情報通信を行う。第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>は、次に示す所定のフレーム構成の信号授受が行われる。

【0024】図2はこのフレーム構成の概要を表わしたものである。このフレーム構成は、2次元のバイト配列で表現されている。すなわち、先頭の9行×9列はセクション・オーバーヘッド(Section OverHead:以下、SOHと略す。)と管理ユニット(Administrative Unit:以下、AUと略す。)ポインタ27とからなり、それに続く9行×261列はペイロード28からなる。先頭の9列には各種伝送制御情報が格納され、続く261列には伝送すべき主データが多重化情報として収容される。SOHは、中継セクションオーバーヘッド部29と端局セクションオーバーヘッド部30とから構成されており、フレーム同期、誤り制御、伝送路切替や保守および運用のための制御情報が格納される。中継セクションオーバーヘッド部29は、中継器相互間、中継器と端局装置間で用

いられる。端局セクションオーバーヘッド部30は、端局装置間で用いられる。また、AUポインタ27は、多重化された転送データに対するポインタであり、1次元のデータ列に変換されて伝送路を送信される送信データ列を、受信側で元の2次元のバイト配列に戻すために使用される。

【0025】このようなSDHフレームによる情報通信を行う通信システムは、国際電気通信連合電気通信標準化部門（International Telecommunication Union-Telecommunication Sector: 以下、ITU-Tと略す。）勧告G.783やBellcore（GR-253-CORE）で規定されている自動切替スイッチ（Auto Protection Switching: 以下、APSと略す。）によって、一方の系の伝送路に障害発生が検出された場合、上述したSDHフレーム信号の授受により他方の系の伝送路に自動切り替えができるようになっている。

【0026】まず、このITU-TやBellcoreで規定されているAPSについて説明する。このAPSは、上述したSDHフレームにおける端局セクションオーバーヘッド30の所定の位置である斜線部にAPS制御用に割り当てられているK1バイト、K2バイトあるいは両方のバイトデータを用いて行われる。以下では、これらAPS制御用に送受されるバイトデータをAPSバイトと呼ぶ。APSバイトの一部のビットデータにより、APS切替用の各種ステータスを識別できる。

【0027】図3はこのAPSバイトの各種ステータスの割り当ての様子を表わしたものである。すなわち、APSバイトの所定の1ビット目から4ビット目までの値に対応して、“切替禁止”、“強制切替”や“要求なし”等のステータス情報を伝達することができる。例えば、1ビット目から4ビット目間でのビット列が“1111”であるときは“切替禁止”を意味し、ビット列が“1010”であるときは“信号劣化”を意味する。なお、“RFU（Reserved For Future）”については、将来のシステム拡張用に予約されていることを示している。また、これらステータスには優先度が設けられており、APSバイトにより同時に別のステータスに変化する状況になっても、あくまで優先度の高いステータスに対応する処理を行うことになる。受信側の光ファイバが接続された受信部では、受信した光信号を参照して故障判定を行うことができるようになっている。受信した光信号レベルが予め決められた閾値以下になったときには、光ファイバが断線したものと判断する。また、受信した光信号を予め決められた誤り訂正方式にしたがって、その誤りを検出する。この障害発生検出について、図3に示すように光ファイバの断線といった致命的な状況では“信号障害”としてビット列“1101”あるいは“1100”を生成する。また、受信信号の誤りといった状況では“信号劣化”としてビット列“1011”あるいは“1010”を生成する。このような障害発生

が検出されたときには、生成したビット列を含むAPSバイトを光ファイバを介して送信側に対して送出する。これを受信した送信側の受信部では、APSバイトから障害発生が検出されたことを認識した旨の応答を行う。この場合、ビット列が“0010”あるいは“0001”である“切替応答”を返答する。1+1冗長構成された第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>は、このような授受するSDHフレームに収容されたAPSバイトにより、APSによる一連の切替シーケンスにしたがって伝送路の切替を行うことになる。

【0028】図4は1+1冗長構成の概要を表わしたものである。1+1冗長構成では、第1の装置20<sub>1</sub>からの送信データはブリッジ31<sub>1</sub>を介して現用系伝送路23<sub>1</sub>および予備系伝送路23<sub>2</sub>に並列に送出される。そして、第2の装置20<sub>2</sub>では、これら冗長構成された伝送路をセクタ32<sub>1</sub>で切り替えて、いずれか一方に接続することによって受信データを得る。一方、第2の装置20<sub>2</sub>からの送信データはブリッジ31<sub>2</sub>を介して現用系伝送路23<sub>1</sub>および予備系伝送路23<sub>2</sub>に並列に送出される。そして、第1の装置20<sub>1</sub>では、これら冗長構成された伝送路をセクタ32<sub>2</sub>で切り替えて、いずれか一方に接続することによって受信データを得る。

【0029】このような1+1冗長構成の第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>におけるAPSによる一連の切替シーケンスについて説明する。以下では、第1の装置20<sub>1</sub>で伝送路の障害発生が検出されたものとする。

【0030】図5は上述したAPSによる一連の切替シーケンスの概要を表わしたものである。まず、定常状態では、第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>からは、それぞれ定期的に切替要求のないことを示す“要求なし”（No Request: 以下、NRと略す。）ステータス35<sub>1</sub>、35<sub>2</sub>が示されたAPSバイトが送受されている。なお図3に示すように、NRステータスはビット列“0000”に対応している。ここで、第1の装置20<sub>1</sub>で障害発生が検出されたものとする。例えば、第2の装置20<sub>2</sub>からの受信信号の誤りが検出され、第1の装置20<sub>1</sub>ではビット列“1010”が生成される。そして、これを冗長系伝送路23<sub>1</sub>を介して第2の装置20<sub>2</sub>に対して“SD1、0”として“信号劣化”（Signal Degradation: 以下、SDと略す。）ステータス36を送出する。なお、“SD”に添付される“1”の部分は、現用系か予備系かを識別するための識別番号であり、続く“0”の部分は上述したブリッジによって選択されたチャネル番号である。なお、図4で示した1+1冗長構成では、ブリッジ31<sub>1</sub>、31<sub>2</sub>によって現用系および予備系には同一データを並列に送出するようにしているので、ここで説明する冗長構成の場合このチャネル番号については意味をなさない。

【0031】SDステータス36を受信した第2の装置20<sub>2</sub>では、この時点37において第1の装置20<sub>1</sub>に対

する送信伝送路に障害が発生し、それがSDであることを認識し、伝送路切替が必要であるか否かを判別する。伝送路切替が必要であると判別されると、その障害発生通知が切替要求であるとして予備系伝送路23<sub>2</sub>を用いてその承認を示す“切替応答”(Reverse Request: 以下、RRと略す。)ステータス38を返答する。RRステータス38を受信した第1の装置20<sub>1</sub>では、この時点39において伝送系の切替が必要であることを認識して、予備系伝送路23<sub>2</sub>に切り替えるとともに、この伝送系でSDステータス40を送出する。SDステータス40を受信した第2の装置20<sub>2</sub>は、この時点41において伝送路切替の要求が承認されたことを認識して、SDステータス40に対応するRRステータス42を第1の装置20<sub>1</sub>に返答する。その後、第1の装置20<sub>1</sub>で検出されていた障害がなくなって障害復旧が検出されると、その障害復旧の通知に対する応答として“切替不要の切替応答”(Do Not Revert: 以下、DNRと略す。)ステータス43を第2の装置20<sub>2</sub>に送出する。これを受信した第2の装置20<sub>2</sub>では、特に伝送路を元に戻すことなく、その応答としてRRステータス44を返答する。以降は、予備系伝送路23<sub>2</sub>によるSDHフレームの授受が行われる。ここでは、障害復旧後に伝送系を元の系に戻さないようにしているが、元に戻す場合は“回復待機”(Wait-to-Restore: WTR)ステータスの授受によって行うことができる。

【0032】ところで、このような障害復旧時には、復旧した伝送系の正常性を確認するために図3に示したエクササイズ(EXercise: 以下、EXEと略す。)ステータスにより自己診断を行わせる。このEXEステータスは、対向装置に送出され、この対向装置からEXEステータスの応答であるRRステータスが返答されたか否かで伝送路の障害復旧を判別する。従来の自己診断装置では、このEXEステータスの送出が図示しない管理装置からの指示か、予め決められた時刻あるいは周期で行われるものであったため、障害復旧直後の伝送路の正常性は全く担保されていなかった。そこで本実施例における自己診断装置は、障害復旧を検出して、このEXEステータスを対向装置に送出することによって障害復旧直後の伝送路の正常性を担保する。

【0033】以下、図1に示した通信システムに関し、第1の装置20<sub>1</sub>の第1の光IF21<sub>1</sub>の構成要部について説明する。本実施例における自己診断装置は、光IFの送信部および受信部に適用されている。

【0034】図6は送信部24<sub>1</sub>の構成要部の概要を表わしたものである。送信部24<sub>1</sub>は、図4に示した各種ステータスを送信するステータス送信部45<sub>1</sub>と、このステータス送信部45<sub>1</sub>の送信制御を行うステータス送信制御部46<sub>1</sub>とを備えている。ステータス送信部45<sub>1</sub>は、図示しない受信部25<sub>1</sub>からのステータス判定結果信号47<sub>1</sub>が入力されており、このステータス判定結果

信号47<sub>1</sub>に対応したステータスを、ステータス送信制御部46<sub>1</sub>によって制御される送信タイミングで伝送路に送出する。また、ステータス送信部45<sub>1</sub>は、第1および第2のステータス生成回路48<sub>1</sub>、49<sub>1</sub>を備えている。第1のステータス生成回路48<sub>1</sub>は、上述したEXEステータスを生成し、図2に示したSDHフレームとして伝送路に送出する。この際、受信状況や自装置の障害発生検出状況に応じて、図3に示した各ステータスの優先度判定を行い、EXEステータスより高い優先度のステータスの生成が不要で障害および切替状態がなしと判断した場合のみ、EXEステータスが生成されるようになっている。第2のステータス生成回路49<sub>1</sub>は、EXEステータスを除く図3に示した各種ステータスを生成し、図2に示したSDHフレームに収容されて伝送路に送出される。これら第1および第2のステータス生成回路48<sub>1</sub>、49<sub>1</sub>は、ステータス送信制御部46<sub>1</sub>によって制御されるそれぞれ別の送信タイミングで各ステータスを送出する。

【0035】ステータス送信制御部46<sub>1</sub>は、障害復旧検出回路50<sub>1</sub>と、同期保護回路51<sub>1</sub>と、障害復旧確認時間(Fault Free Confirmation Time: 以下、FFCTと略す。)タイマ52<sub>1</sub>と、第2のタイマ53<sub>1</sub>とを備えている。障害復旧検出回路50<sub>1</sub>は、図示しない障害検出部の検出結果に基づいて、検出されていた障害が発生しなくなったことを検出する。この障害検出部は、図1に示した受信部25<sub>1</sub>で受信された光信号の受信レベルを監視したり、受信した光信号を予め決められた誤り訂正方式にしたがって、その誤りを検出することによって、例えば図3に示した“信号障害”や“信号劣化”などを検出することができるようになっている。同期保護回路51<sub>1</sub>は、障害復旧検出回路50<sub>1</sub>で障害発生が検出されなかったことが、所定の周期ごとに所定の回数だけ連続していたときに初めて、障害復旧としてFFCTタイマ52<sub>1</sub>および第2のタイマ53<sub>1</sub>に通知する。FFCTタイマ52<sub>1</sub>および第2のタイマ53<sub>1</sub>は、この同期保護回路51<sub>1</sub>を介した通知された障害復旧をトリガにして、それぞれ計時を開始する。FFCTタイマ52<sub>1</sub>は、予めFFCT時間だけ計測するように設定されている。このFFCTは、障害復旧を確認するために予め決められた時間間隔であり、この時間間隔経過後に障害復旧が確認されない場合に初めて障害復旧されていないと判断することができる。逆に、この時間間隔を待たずに障害復旧が確認されなくても、システム上の都合で障害復旧が確認されなかっただけの可能性があり、この意味でFFCTはシステムに依存した時間間隔として予め決められている。第2のタイマ53<sub>1</sub>は、予めFFCT時間より長い時間である第2のタイマ時間だけ計測するように設定されている。第2のタイマ時間としては、例えばFFCT+1秒としている。

【0036】すなわち送信部24<sub>1</sub>からは、障害が発生

してこれが検出されなくなると障害復旧が検出されたことを契機として、FFCTタイマ52<sub>1</sub>および第2のタイマ53<sub>1</sub>が起動される。そして、障害復旧検出してからFFCT経過後に第2のステータス生成回路49<sub>1</sub>からステータス判定結果信号47<sub>1</sub>に対応したステータスがSDHフレームに収容されて伝送路に送出され、そして例えばその1秒後に第1のステータス生成回路48<sub>1</sub>からEXEステータスがSDHフレームに収容されて伝送路に送出される。このような送信タイミングを生成させ、それぞれ第1または第2のステータスを送出する送信部24<sub>1</sub>は、図示しないCPUを有しており、磁気ディスクなどの外部記憶装置あるいはこれとは別に設けられた読み出し専用メモリ（Read Only Memory：ROM）などの所定の記憶装置に格納されたプログラムに基づいて各種制御を実行できるようになっている。

【0037】図7はこのようなプログラムに基づいた送信部24<sub>1</sub>の処理の流れの概要を表わしたものである。まず、図示しない障害検出部の検出結果に基づいて障害復旧検出回路50<sub>1</sub>に、検出されていた障害発生が検出されなくなったことを判別させる。そして、同期保護回路51<sub>1</sub>でこの障害発生が検出されなくなったことを、所定の周期ごとに判別して、所定の回数だけ連続していたときに初めて障害復旧と判断し（ステップS60：Y）、障害復旧と判断されるまで待つ（ステップS60：N）。障害復旧と判断されると、FFCTタイマ52<sub>1</sub>を起動して計時を開始させる（ステップS61）。また、第2のタイマ53<sub>1</sub>も起動して計時を開始させる（ステップS62）。ステップS61およびステップS62でそれぞれのタイマが計時を開始するときは、予め計時時間が上述したようにFFCTおよび第2のタイマ時間が設定されている。その後、FFCTタイマ52<sub>1</sub>および第2のタイマ53<sub>1</sub>によって計時されている時間を監視するが、上述したようにFFCTの方が第2のタイマ時間より短いため、まずFFCTタイマ52<sub>1</sub>によって計時されている時間がFFCTになるまで待ち（ステップS63：N）、FFCTになったとき（ステップS63：Y）、第2のステータス生成回路49<sub>1</sub>で生成された受信部25<sub>1</sub>からのステータス判別結果信号47<sub>1</sub>に対応するステータスが図2に示したSDHフレームに収容させて伝送路から送出させる（ステップS64）。ステップS64から送出されるステータスは、対向装置に自己診断を要求するEXEステータス以外のステータスである。次に、第2のタイマ53<sub>1</sub>によって計時されている時間が第2のタイマ時間になるまで待ち（ステップS65：N）、第2のタイマ時間になったとき（ステップS65：Y）、受信状況や自装置の障害発生検出状況に応じて、図3に示した各ステータスの優先度判定を行い、EXEステータスより高い優先度のステータスの生成が不要で障害および切替状態がなしと判断した場合のみ、対向装置に自己診断を要求するEXEステータス

を生成し、これを図2に示したSDHフレームフォーマットに収容して伝送路から送出させ（ステップS66）、再び障害復旧の検出を行う（リターン）。

【0038】図8は受信部25<sub>1</sub>の構成要部の概要を表わしたものである。受信部25<sub>1</sub>は、ステータス抽出回路70<sub>1</sub>と、ステータス判定回路71<sub>1</sub>とを備えている。ステータス抽出回路70<sub>1</sub>は、対向装置から光ファイバを介して受信された図3に示したフォーマット構成のSDHフレームから上述したAPSバイトを抽出するとともに、残りの各種制御情報およびペイロードを図示しない通信処理部に出力する。ステータス判定回路71<sub>1</sub>は、ステータス抽出回路70<sub>1</sub>で抽出されたAPSバイトを図3に示した種類のどのステータスであるかを判定し、その結果をステータス判定結果信号47<sub>1</sub>として図6に示した送信部24<sub>1</sub>に対して出力する。例えば、対向装置の送信部から“信号劣化”を意味するSDステータスを受信したときは、これを示したステータス判定結果信号を送信部24<sub>1</sub>に送出し、送信部24<sub>1</sub>におけるステータス送信部45<sub>1</sub>の第2のステータス生成回路49<sub>1</sub>に、SDステータスに対する応答を意味するRRステータスを生成させる。

【0039】次に、このような構成の第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>における自己診断シーケンスについて説明する。

【0040】図9は第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>における自己診断シーケンスの概要を表わしたものである。時刻T<sub>0</sub>では、伝送路の障害は発生しておらず、第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>それぞれからNRステータス75<sub>1</sub>、75<sub>2</sub>が送受信されている。いわゆる定常状態である。ここで時刻T<sub>1</sub>で、第1の装置20<sub>1</sub>の現用系伝送路にSD76が発生したとする。第1の装置20<sub>1</sub>では、対向装置である第2の装置20<sub>2</sub>にAPSバイトとしてSDステータス77をSDHフレームに収容して送出する。ここで、図5に示した切替シーケンス78が行われ、時刻T<sub>2</sub>で、第2の装置20<sub>2</sub>からRRステータス79を受信することによって、冗長系伝送路への切替が完了する。やがて、時刻T<sub>3</sub>で、これまで現用系伝送路で発生していた障害が復旧し、この障害復旧80を第1の装置20<sub>1</sub>で検出したものとする。この時点で、FFCTタイマと第2のタイマを起動させる。この起動からFFCT経過後の時刻T<sub>4</sub>では、障害復旧が検出されたことを示すNRステータス81を送出する。なお、このNRステータス81は、切替不要を示すDNRステータスであっても良い。第2の装置20<sub>2</sub>は、第1の装置20<sub>1</sub>からのNRステータス81を受信し、これに回答してNRステータス82を返答する。このNRステータス82は、DNRステータスに対応してRRステータスであっても良い。次に、障害復旧後の起動から第2のタイマ時間経過後の時刻T<sub>5</sub>では、現用系伝送路に対する自己診断を要求するEXEステータス83を送出する。



第2の装置20<sub>2</sub>は、第1の装置20<sub>1</sub>からのEXEステータス83を受信し、これに回答してRRステータス84を返答する。第1の装置20<sub>1</sub>では、送出したEXEステータス83に対応して、第2の装置20<sub>2</sub>からRRステータス84を現用系伝送路を介して正常に受信したか否かによって、障害復旧後の切替試験の確認を行う。以降、定常状態として第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>それぞれからNRステータス85<sub>1</sub>、85<sub>2</sub>が送受信されている。

【0041】ここでは、第1の装置20<sub>1</sub>のみで障害が発生したものとして説明したが、次に第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>で、障害が発生したものとする。

【0042】図10は第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>で障害が発生した場合における自己診断シーケンスの概要を表わしたものである。時刻T<sub>0</sub>では、伝送路の障害は発生しておらず、定常状態として、第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>それぞれからNRステータス90<sub>1</sub>、90<sub>2</sub>が送受信されている。ここで時刻T<sub>1</sub>で、第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>の現用系伝送路にSD91<sub>1</sub>、91<sub>2</sub>が発生したとする。第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>では、対向装置であるそれぞれ第2の装置20<sub>2</sub>、第1の装置20<sub>1</sub>に対してAPSバイトとしてSDステータス92<sub>1</sub>、92<sub>2</sub>をSDHフレームに収容して送出する。時刻T<sub>2</sub>では、図示しない切替シーケンスによって冗長系伝送路への切替が完了する。やがて、時刻T<sub>3</sub>で、これまで現用系伝送路で発生していた障害が復旧し、この障害復旧93を第1の装置20<sub>1</sub>で検出したものとする。この時点で、FFCTタイマと第2のタイマを起動させる。この起動からFFCT経過後の時刻T<sub>4</sub>では、障害復旧が検出されたことを示すRRステータス94を送出する。なお、この時点で、第2の装置20<sub>2</sub>では、まだ障害復旧が検出されていないのでSDステータス95を送出している。次に、障害復旧後の起動から第2のタイマ時間経過後の時刻T<sub>5</sub>では、図9に示した場合であれば現用系伝送路に対する自己診断を要求するEXEステータス83を送出する。しかし、EXEステータスよりも優先度の高いSDステータスが受信されていないので、ここではEXEステータスの送出を行わない。

【0043】やがて時刻T<sub>6</sub>で、これまで現用系伝送路で発生していた障害が復旧し、この障害復旧96を第2の装置20<sub>2</sub>で検出したものとする。この時点で、FFCTタイマと第2のタイマを起動させる。この起動からFFCT経過後の時刻T<sub>7</sub>では、障害復旧が検出されたことを示すNRステータス97を送出する。このNRステータス97を受信した時刻T<sub>8</sub>では、第1の装置20<sub>1</sub>は現用系伝送路の障害復旧を認識することになるので、現用系伝送路に対する自己診断を要求するEXEステータス98を送出する。第2の装置20<sub>2</sub>は、第1の装置20<sub>1</sub>からのEXEステータス98を受信し、これに

答してRRステータス99を返答する。第1の装置20<sub>1</sub>では、送出したEXEステータス83に対応して、第2の装置20<sub>2</sub>からRRステータス99を現用系伝送路を介して正常に受信したか否かによって、障害復旧後の切替試験の確認を行う。同様に、第2の装置20<sub>2</sub>における障害復旧後の起動から第2のタイマ時間経過後の時刻T<sub>10</sub>でも、第2の装置20<sub>2</sub>から第1の装置20<sub>1</sub>に対して現用系伝送路に対する自己診断を要求するEXEステータス100を送出する。第1の装置20<sub>1</sub>は、第2の装置20<sub>2</sub>からのEXEステータス100を受信し、これに回答してRRステータス101を返答する。第2の装置20<sub>2</sub>では、送出したEXEステータス100に対応して現用系伝送路を介して第1の装置20<sub>1</sub>からRRステータス101を正常に受信したか否かによって、障害復旧後の切替試験の確認を行う。以降、定常状態として第1および第2の装置20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>それぞれからNRステータス102<sub>1</sub>、102<sub>2</sub>が送受信されている。なお、第1の装置20<sub>1</sub>からのEXEステータス98によって行われる自己診断によってこの系の正常性が確認されているので、第2の装置20<sub>2</sub>からのEXEステータス100の送出による自己診断は、省略することも可能である。

【0044】このように本実施例における自己診断装置では、障害が発生してこれが検出されなくなって障害復旧が検出されたことを契機として、FFCTタイマ52<sub>1</sub>および第2のタイマ53<sub>1</sub>が起動される。そして、障害復旧検出してからFFCT経過後に第2のステータス生成回路49<sub>1</sub>からステータス判定結果信号47<sub>1</sub>に対応したステータスがSDHフレームに収容されて伝送路に送出される。障害復旧を検出してからFFCTより長い第2のタイマ時間が経過後に、第1のステータス生成回路48<sub>1</sub>で、受信状況や自装置の障害発生検出状況に応じて、図3に示した各ステータスの優先度判定を行い、EXEステータスより高い優先度のステータスの生成が必要で障害および切替状態がなしと判断した場合のみ、対向装置に自己診断を要求するEXEステータスを生成し、SDHフレームに収容させて伝送路に送出させるようにした。そして、対向装置からこのEXEステータスに対する応答であるRRステータスが正常に受信されたか否かで自己診断結果を得るようにした。これにより、冗長構成された通信システムについて伝送路障害復旧後に遅滞なく自己診断を行うことができ、伝送路の冗長構成の信頼度を向上させることができる。

【0045】また、従来の装置には自己診断の種類として、手動によって起動する自己診断と、定時刻に自動で行われる定期自己診断などがあるが、伝送路障害中に手動による自己診断を起動したり、定期自己診断の起動時刻になって自動で起動した場合には、自己診断実行不可を示す警報が発生するようになっていた。通常、この場合は伝送路の復旧が行われても、自己診断実行不可に関

する警報は、手動による自己診断の成功、若しくは定期自己診断の成功が検出されるまで警報状態が回復されない。しかし、本実施例による自己診断装置によれば、伝送路障害復旧後に遅滞なく自己診断を行うことができるので、障害回復後の警報状態の回復を自動的に行うことができるようになる。

【0046】なお本実施例における自己診断装置では、これを適用する通信システムが1+1冗長構成の1+1ラインプロテクションとして説明したが、これに限定されるものではない。例えば、1:nラインプロテクションや、リングプロテクションなどの伝送路切替方式にも適用することができる。

【0047】なお本実施例における自己診断装置では、SDH伝送方式によってAPSによる自動切替後の自己診断を行うものとして説明したが、他の伝送方式で自動切替ができ、予め決められた自己診断要求コマンドが設定されていれば伝送方式に限定されるものではない。

【0048】なお本実施例における自己診断装置では、伝送路に障害が発生した場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、装置自体に障害が発生した場合、その障害復旧が検出されたことを契機に対向装置から受信した自己診断要求を受信して、所定の自己診断処理を行ってその結果を自己診断要求に対応する応答として返答するようにすることができる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明によれば、手動や定期的に起動される自己診断を行う必要がなくなるので、障害復旧後に遅滞なく伝送路の障害復旧を確認することができ、この伝送路における通信の正常性を認識でき、システムの信頼性の向上を図る。

【0050】また請求項2記載の発明によれば、対向装置に対して障害復旧通知を行ってから、自己診断要求を送出するようにしたので、障害復旧後のシーケンスの信頼性を向上させるとともに、冗長構成された通信システムについて伝送路障害復旧後に遅滞なく自己診断を行うことができ、伝送路の冗長構成の信頼度を向上させることができる。

【0051】さらに請求項3記載の発明によれば、通知送出手段により障害復旧回復時間経過後に障害復旧を通知するようにしたので、システムの信頼性をより向上させることができる。

【0052】さらにまた請求項4記載の発明によれば、対向装置で障害が発生している場合、自己診断要求を送出しないようにすることで、障害発生状態にある対向装置に誤って自装置からの自己診断を要求すること回避しているので、自己診断シーケンスにおける信頼性の向上を図る。

【0053】さらに請求項5記載の発明によれば、同期デジタル・ハイアラキ伝送方式で予め規定されてい

る自動切替スイッチ制御用のバイトデータを用いることができるので、既存のSDH伝送システムへの導入も容易に可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例における自己診断装置が適用される通信システムの構成の概要を示す構成図である。

【図2】SDH伝送方式におけるフレーム構成の概要を示す説明図である。

【図3】APSバイトの各種ステータスの割り当て状況を示す説明図である。

【図4】1+1冗長構成の概要を示す構成図である。

【図5】APSによる一連の切替シーケンスの概要を示すシーケンス図である。

【図6】本実施例における送信部の構成要部の概要を示すブロック図である。

【図7】本実施例における送信部の処理の流れの概要を示す流れ図である。

【図8】本実施例における受信部の構成要部の概要を示すブロック図である。

【図9】本実施例における第1の装置に障害が発生した場合の自己診断シーケンスの概要を示すシーケンス図である。

【図10】本実施例における第1および第2の装置に障害が発生した場合の自己診断シーケンスの概要を示すシーケンス図である。

【図11】従来提案された自己診断装置を適用する交換機の構成の概要を示す構成図である。

【符号の説明】

20<sub>1</sub>、20<sub>2</sub>、第1、第2の装置

21<sub>1</sub>、第1の光IF

21<sub>2</sub>、第3の光IF

22<sub>1</sub>、第2の光IF

22<sub>2</sub>、第4の光IF

23<sub>1</sub>、現用系伝送路

23<sub>2</sub>、冗長系伝送路

24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>、送信部

25<sub>1</sub>、25<sub>2</sub>、受信部

26<sub>1</sub>～26<sub>4</sub>、光ファイバ

45<sub>1</sub>、ステータス送信部

46<sub>1</sub>、ステータス送信制御部

47<sub>1</sub>、ステータス判定結果信号

48<sub>1</sub>、第1のステータス生成回路

49<sub>1</sub>、第2のステータス生成回路

50<sub>1</sub>、障害復旧検出回路

51<sub>1</sub>、同期保護回路

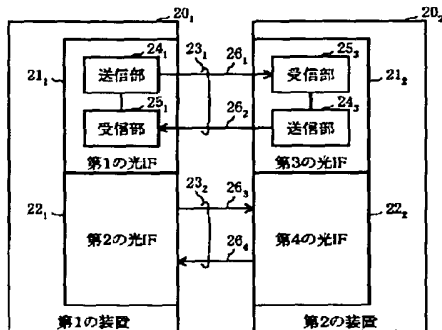
52<sub>1</sub>、FFCTタイマ

53<sub>1</sub>、第2のタイマ

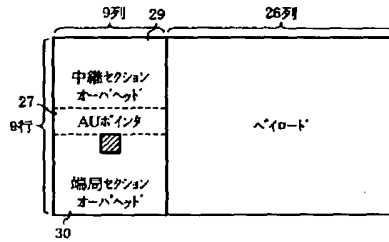
70<sub>1</sub>、ステータス抽出回路

71<sub>1</sub>、ステータス判定回路

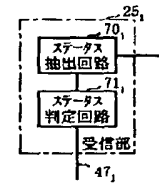
【図1】



【図2】



【図8】

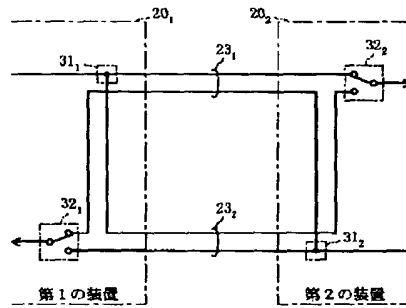


【図5】

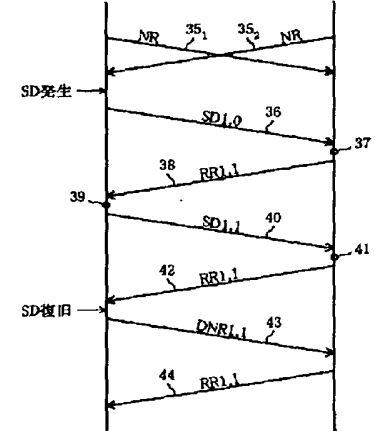
【図3】

| ビット     | ステータス          | 優先度 |
|---------|----------------|-----|
| 1 1 1 1 | 切替禁止           | 高   |
| 1 1 1 0 | 強制切替           |     |
| 1 1 0 1 | 信号障害(高優先)      |     |
| 1 1 0 0 | 信号障害           |     |
| 1 0 1 1 | 信号劣化(高優先)      |     |
| 1 0 1 0 | 信号劣化           |     |
| 1 0 0 1 | RFU            |     |
| 1 0 0 0 | 手動切替           |     |
| 0 1 1 1 | RFU            |     |
| 0 1 1 0 | 回復待機(WTR)      |     |
| 0 1 0 1 | RFU            |     |
| 0 1 0 0 | エクササイズ(EXE)    |     |
| 0 0 1 1 | RFU            |     |
| 0 0 1 0 | 切替応答(RR)       |     |
| 0 0 0 1 | 切替応答(切替無(DNR)) |     |
| 0 0 0 0 | 要求なし(NR)       | 低   |

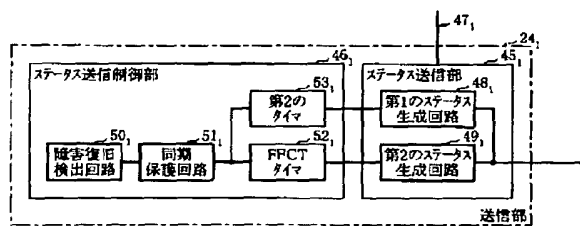
【図4】



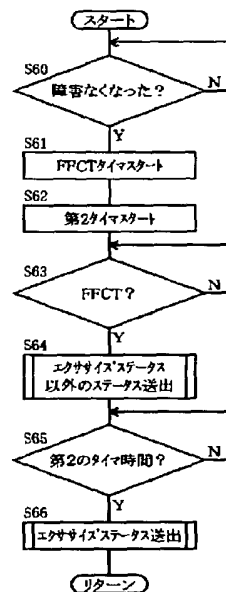
第1の装置 第2の装置



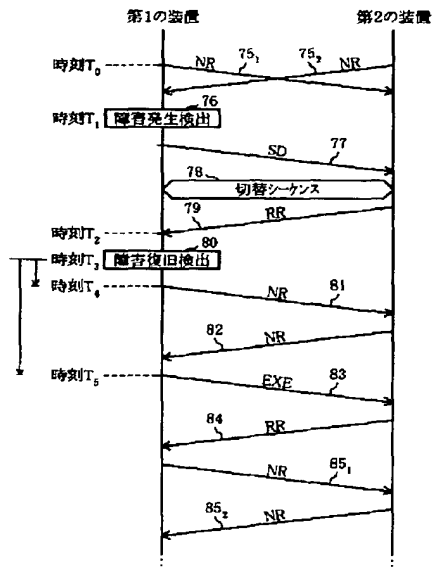
【図6】



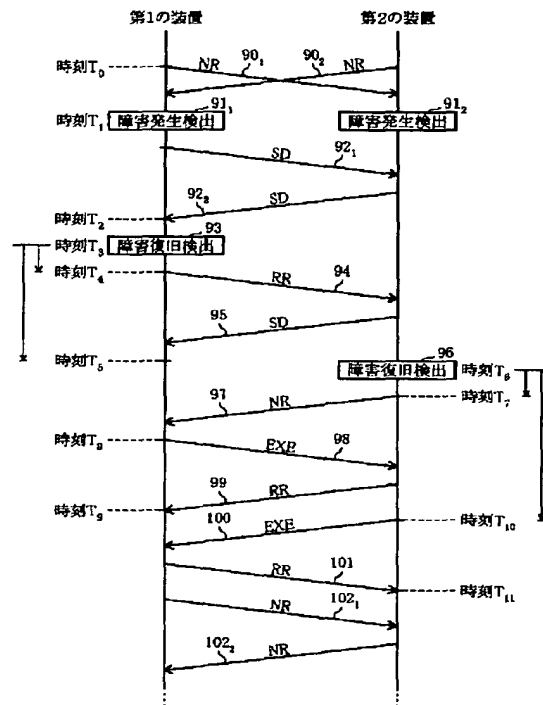
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

